

放牧を主とする搾乳牛の血液性状とその周年の動態

藤井 俊策・吉本 伝

Blood Compositions and Their Seasonal Changes in Dairy Cattle Raised by Pasturing

Shunsaku FUJII and Tsutaru YOSHIMOTO

*Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and
Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama*

(Figs. 1-13; Tables 1-4)

最近わが国では、春から秋にかけての牧草生育期に草地に放牧し、冬の間は舎飼して貯蔵飼料に依存するいわゆる放牧中心の乳牛飼育が進んできている。このような飼育形態の場合には、周年舎飼する飼育形態のものとは、乳牛に及ぼす人為的、自然的環境条件がかなり異なるから、血液性状にも何等かの影響があることが推察される。そこで本研究は、放牧飼育形態の搾乳牛の血液性状の実体を調べるのが目的の一つである。

一方、周知のように血液性状というものは個体の病態を現わす指標となるから、臨床的に血液性状の検査が広く行われている。この際いつも問題となるのは、血液の生化学的検査手技が複雑でしかも多くの設備を必要とすることである。ところが最近人の臨床界では、ごく微量の血液で迅速簡単に生化学的検査ができるいわゆるキットが普及している。そこでこのキット試薬を乳牛の血液検査に試みてみるのが第2の目的である。

前記のような目的の下に、本研究は放牧中心の飼育形態である広島大学附属農場の搾乳牛について、キット試薬を用いて、血液性状の動態を一年間に亘って調べたのである。

材料および方法

この研究は昭和46年6月から昭和47年6月までの13月に亘って行なった。

1) 試験牛

試験牛は農場で飼育中のホルスタイン搾乳牛20頭の中から、2—6産のもの10頭を任意に選び、試験指定牛とした。試験牛は何れも健康であって、試験期間中も発病などの事故はなかった。試験牛の詳細は表1のとおりである。

2) 飼養管理の状態

試験牛は何れもルーズベンで飼育されており、4月始めから7月中旬まで放牧し（以下春季放牧期という）、7月下旬から10月下旬の約3月は、放牧地が夏枯れのためと牧草の追播のため舎飼し（以下休牧期）、11月上旬から12月上旬までは再び放牧し（以下秋期放牧期）、12月中旬から3月下旬までは舎飼している（以下舎飼期）。春季放牧期は牧草を飽食させ、休牧期は良質のグラスサイレージと青刈ソルゴーを給与し、秋期放牧期は牧草の生育が悪いため制限放牧を行い、ソルゴーのサイレージを補足し、舎飼期はソルゴーのサ

Table 1. Details on experimental animals.

Animal No.	Body weight at the beginning of the experiment	Number of calving	Parturition during experimental period
1	565kg	5	16, Jun. 1971
2	666	6	
3	490	5	
4	584	4	23, Dec. 1971
5	452	5	4, Dec. 1971
6	414	2	27, Nov. 1971
7	447	2	13, Nov. 1971
8	592	5	20, Jan. 1972
9	640	3	31, Jan. 1972
10	550	3	

イレージまたはカブ、イタリアンライグラスの乾草、濃厚飼料を給与している。濃厚飼料の給与は、放牧期と休牧期には泌乳量の1/4量、舎飼期には1/2量を給与している。なお休牧期には、家畜は舎飼しているが、良質のグラスサイレージと青刈ノルゴーを給与しているため、春季放牧期に劣らない質量の粗繊維を摂食していることになる。

3) 放牧地の状態

放牧地は水田を畑地化して造成した平坦地であって、イタリアンライグラス(50%)とラジノクローバ(50%)の良質の混生草地である。しかし西南暖地特有の気象条件によって、放牧地は夏季に夏枯れ現象を生ずるから、イタリアンライグラスの追播を行うため、夏季は休牧している。夏季の草生状態は春季に比して勿論劣っている。気象条件は7—8月の間は最高気温30°Cを越え、梅雨期には高温多湿で、乳牛に対する気象条件は悪い。

4) 血液検査の方法

血液検査は測定指定牛について、毎月1回、各月の中旬に、13月に亘って行った。採血は、朝の給飼または午前の放牧終了後の10時から12時の間に行なった。血液検査は何れも採血後48時間以内に終わるように行なった。血液性分の測定項目と測定方法は次のとおりである。

- (1) 総蛋白量(以下T.P.): 血清蛋白屈折計(エルマ製)によった。
- (2) 血清蛋白分画: セルローズアセテート膜を用いての電気泳動法。分画値の計測はデンスitomーター(オズマー製)によった。
- (3) アルブミン/グロブリン比(A/G): デンスitomーター法によった。
- (4) 尿素態窒素(尿素N): ジアセチルモノオキシム・チオセミカルバジド直接法(和光試薬)によった。
- (5) 尿酸: リンタングステン酸法(栄研試薬)によった。
- (6) ヘマトクリット値(Ht): 毛細管遠心分離法によった。
- (7) ケトン体: 濾紙法によった。
- (8) カルシウム(Ca): オルトクレゾールフタレインコンプレキソン法(和光試薬)によった。
- (9) マグネシウム(Mg): マグノレッド法(日本商事試薬試薬)によった。
- (10) 無機リン(P): モリブデンブルー法(和光試薬)によった。
- (11) ナトリウム(Na): 炎光光度計法によった。
- (12) カリウム(K): 炎光光度計法によった。
- (13) クロール(Cl): Schales-Schales 法(和光試薬)によった。

- (14) 鉄 (Fe) : パソフェナントロリン法 (和光試薬) によった。
 (15) 銅 (Cu) : パソクプロイン法 (和光試薬) によった。
 (16) アルカリホスファターゼ (Alk. Phosph.) : Kind-King 法によった。
 (17) トランスアミナーゼ : Reitman-Frankel 法 (栄研試薬) によった。
 (18) 血清膠質反応 : C. C. L. F. test 法 (北研試薬) によった。
 (19) 総コレステロール : Rosenthal 法 (和光試薬) によった。
 以上のうち, (16), (17), (18) は肝機能検査のため行なったものである。

測定結果

測定結果は以下に示す。

1) 血液成分の測定値

測定した10頭, 13月分, 延130頭の血液成分を平均値で示すと, T.P. : 7.31 ± 0.75 (5.5~8.9) g/dl, 蛋白分画ではアルブミン (Alb.) : 49.7 ± 5.41 (35~63) %, α -グロブリン (α -Glob.) : 16.4 ± 2.63 (11~22) %, β -グロブリン (β -Glob.) : 10.1 ± 2.18 (5~14) %, γ -グロブリン (γ -Glob.) : 23.8 ± 5.28 (13~32) %, A/G : 1.01 ± 0.23 (0.55~1.69), 尿素N : 13.68 ± 2.18 (6.8~22.5) mg/dl, 尿酸 : 1.11 ± 0.25 (0.6~1.6) mg/dl, Ht : 31.6 ± 3.08 (23.5~40.5) %, 血糖 49.41 ± 10.0 (25~72) mg/dl, Ca : 9.60 ± 1.36 (8.0~12.5) mg/dl, Mg : 2.62 ± 0.44 (1.7~3.5) mg/dl, P : 3.9 ± 1.31 (1.2~7.5) mg/dl, Na : 299.2 ± 24.73 (223.6~330.3) mg/dl, K : 14.32 ± 2.04 (9.8~20.3) mg/dl, Cl : 649.7 ± 64.3 (562~732) mg/dl, Fe : 143.3 ± 49.9 (58~281) μ g/dl, Cu : 101.74 ± 33.67 (60~220) μ g/dl であった。

肝機能検査の諸項目は, 毎回は行わなかったのであるが, 測定した延頭数の平均値は, Alk. Phosph. 6.58 ± 2.42 (2.4~15.5) K-A単位 (延80頭), トランスアミナーゼ : GOT 58.40 ± 23.2 (30~125) K-A単位, GPT 17.62 ± 5.76 (7~32) K単位 (延40頭), 血清膠質のための C. C. L. F. test : 全例卅 (延30頭) であった。総コレステロール : 161.9 ± 35.95 (89~236) mg/dl (延40頭), 血清ケト体 : 全例陰性 (延90頭) であった。

2) 血液成分の周年変化

次に血液成分の周年の変化をみることにする。

T.P. : T.P.の動態は図1に示す。図1に見るように, T.P.量は月別間に大きな変動は認められなかったが, これを季節的に見ると, 明らかに春季放牧期と休牧期の青草給与時期に高く, 舎飼期に低い傾向を示した。このパターンはすべての個体にも一様に示された (図2)。なお図2において, No. 4 と 8 号牛が T.P.量の低下している1月と2月に急に上昇しているのは, 分娩の影響によるものである。

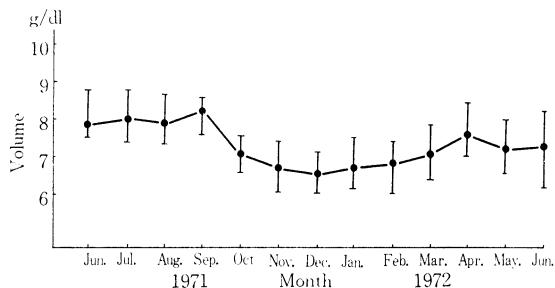


Fig. 1. Changes in serum total protein throughout a year.

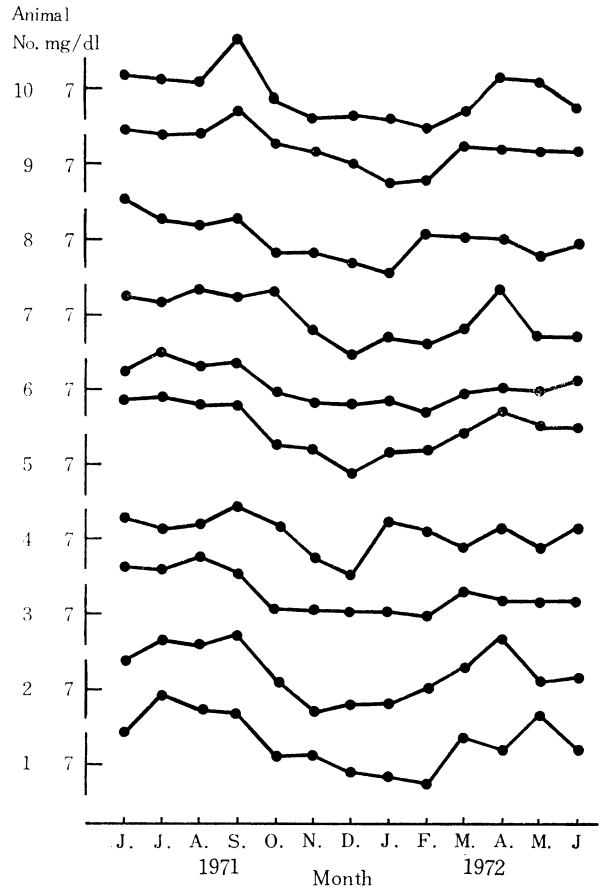


Fig. 2. Changes in total serum protein of individual animal.

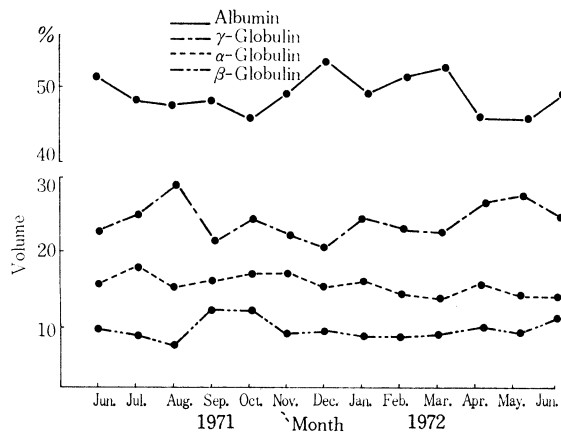


Fig. 3. Changes in serum protein fraction.

以上のようにT.P. が青草給与の終了した10月に急に下がり、放牧開始の4月に上昇していることは、T.P. と青草摂取が密接な関係にあることを示唆している。

血清蛋白分画：血清蛋白を構成している Alb., α -Glob., β -Glob., γ -Glob. 分画値の月毎の変動は図3に示す。図3に見るように、Alb. 分画値は年間を通じて大きな変動は示さなかったが、概して舎飼期に高く、春期放牧期と休牧期に低い傾向を示した。とくに4月に Alb. 値がかなり低下しているのが注目された。一方、Alb. に次いで多い γ -Glob. 分画は8月と4月に高くなっており、4月の上昇は Alb. 値の低下と対照的であった。 α - と β -Glob. 分画値は年間を通じてほぼ恒常的であった。結局血清蛋白分画は、Alb. と γ -Glob. 分画値に変動が認められたといえよう。

A/G : A/G比の動態は図4に示す。図4に見るように、A/G比は春期放牧期と休牧期に低く（1以下）、

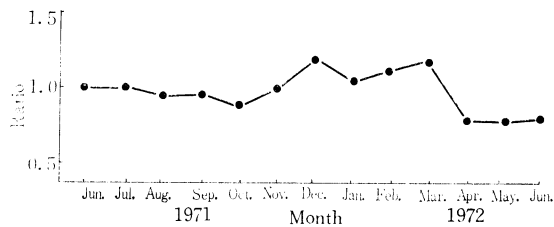


Fig. 4. Changes in albumin/globulin ratio.

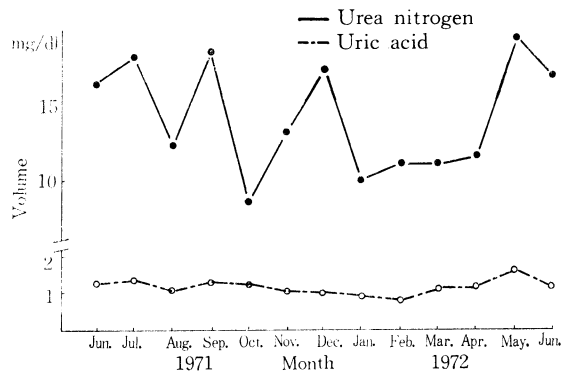


Fig. 5. Changes in serum urea nitrogen and uric acid.

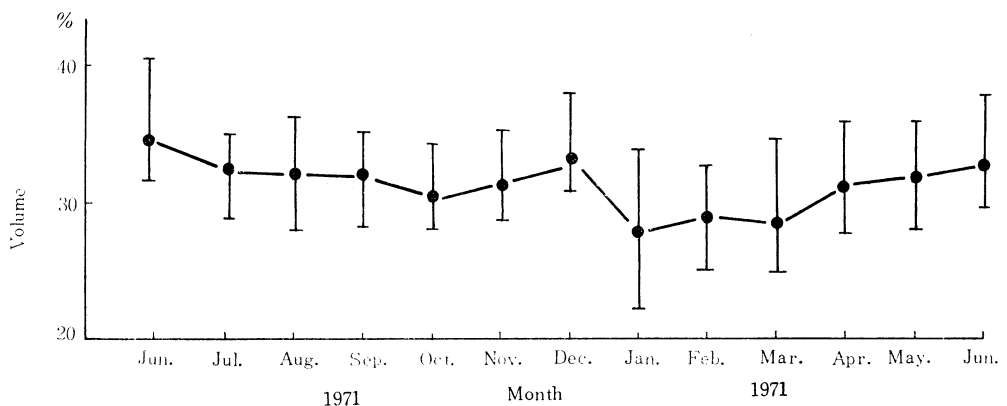


Fig. 6. Changes in hematocrit value.

舎飼期において高い（1以上）傾向があった。

非蛋白性窒素：尿素Nと尿酸の動態は図5に示す。

尿素N量は図5に見るように、舎飼期には比較的安定しているが、春期放牧期、休牧期、秋期放牧期の間には不安定で動揺がはげしく、一定のパターンは見られなかった。しかし年間を通してみると、尿素N値は4～12月の間に高く、1～3月の間に低く、とくに8月と10月、10月にはことに著しく低下し、12月と4月には上昇しているのが注目される。8月は休牧期の始めであり、10月はその終わりであり、12月は秋期放牧期、4月は春期放牧期の始まりであることなどから判断すると、先に見たT.P.と同様に尿素Nも青草摂取と関係があることがうかがえる。

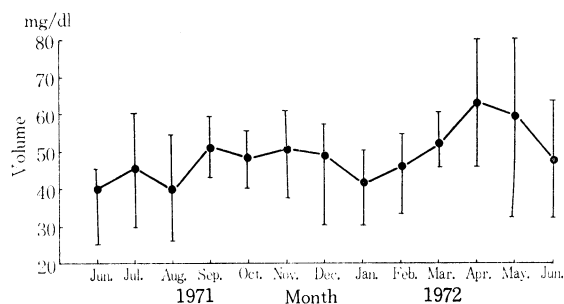


Fig. 7. Changes in serum blood glucose.

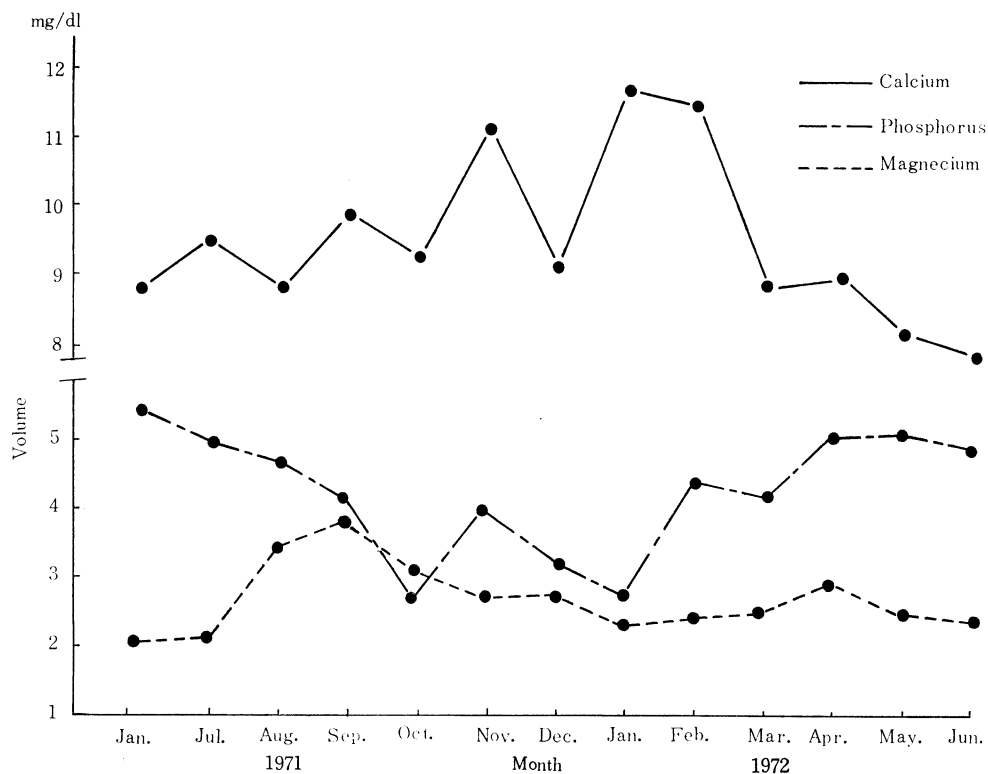


Fig. 8. Changes in serum calcium, magnesium, and inorganic phosphorus.

尿酸は年間をとおして大きな変動は認められなかったが、春期放牧期と休牧期には 1 mg/dl 以上と、舎飼期の 1 mg/dl 以下に比べると高い傾向であった。

Ht : Ht 値の動態は図6に示す。図6に見るように、Ht 値は春期放牧期、休牧期、秋期放牧期の間は、30%またはそれ以上であったが、舎飼期は30%以下であった。12月に Ht 値が一過性に高くなっているのは、秋期放牧の結果と考えられる。4月以降の上昇も春期放牧の影響である。

血糖：血糖の動態は図7に示す。図7に見るように、血糖は月毎にかなり変動していて一定の傾向を見ることができない。しかし放牧開始の4月に血糖量が増えていること、春期放牧期の間は個体間の差が著しく、分散巾が広いことが指摘される。

無機質：Ca, Mg, P などの無機質の変動は図8に示す。図8に見るように、Ca は月毎にかなり変動しているが、通覧すると11月から2月の冬期に高く、春夏の青草摂取期に低い傾向を示した。Ca の月毎の変動の大きいことは、個体別の変動を示した図9にもよく現われている。PはCaとは全く対照的であって、Ca 値が高い冬期に低く、それが低い夏期に高い傾向を示している。Pの個体別変動は図10に示す。Ca とPの両者の関係は、逆相関的であるといえよう。Mg は年間をとおして大きな変化は認められなかったが、9月にピークを示し、その後は次第に低くなって、やはり Ca と逆相関を示した。しかし青草給与期になると

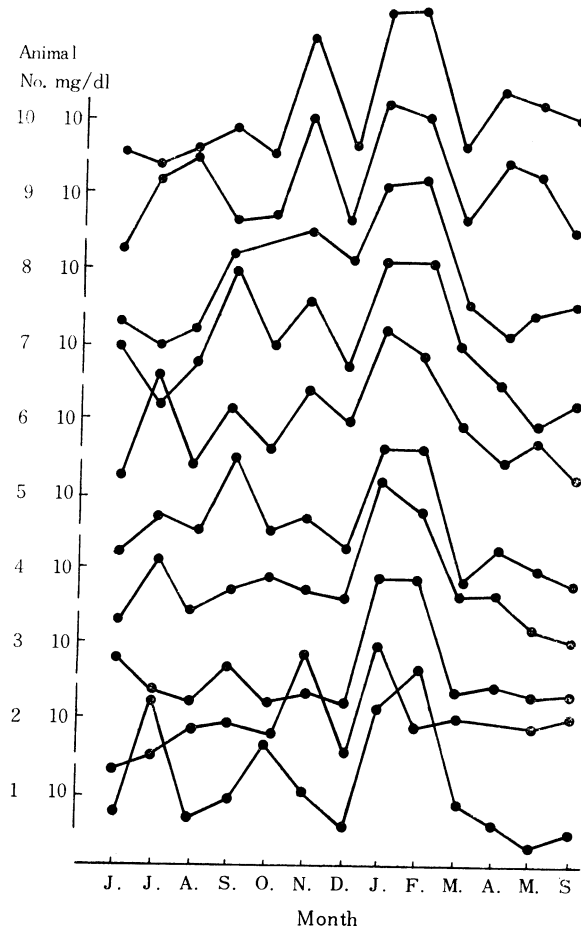


Fig. 9. Changes in serum calcium of individual animal.

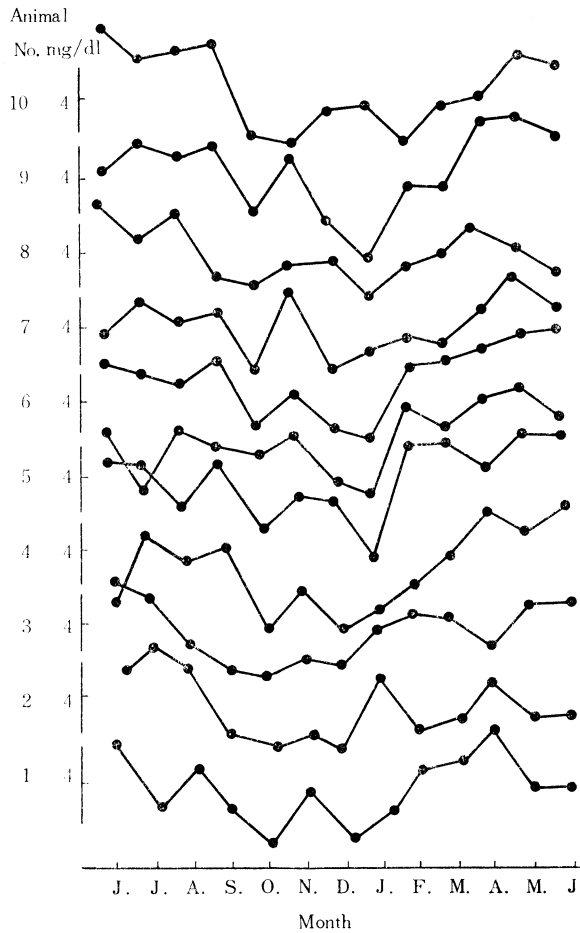


Fig. 10. Changes in serum phosphorus of individual animal.

とPは相関的に変動した。このようにCa, P, Mgの間には何等かの関係があることが推察された。

血中の電解質：Na, K, Clなどの電解質の動態は図11に示す。図11にみるように、Clは舎飼期に少し低下していることが認められた。NaとKは年間をとおして大きな変動は認められなかった。

血中の微量元素：FeとCuの動態は図12に示す。図に見るように、両者は年間をとおして大きな変動は示さなかった。

2) 肝機能その他の検査所見

この項の測定は、前述のように血液性状に大きく影響を及ぼす要因の一つであるので、いわば健康診断のスクリーニングテストの意味で行なった。従って全期間を通じて行っていないから、測定値のみを示すことにする。Alk. Phosph.の測定値は表2、トランスアミナーゼは表3、総コレステロールは表4にそれぞれ示す。Alk. Phosph.は表2に見るように、No. 1と2号牛を除いては、何れの個体も似た値を示している。No. 1と2号牛は臨床的には健康であったが、実験牛の中で一番老令であったから、あるいはそのようなことが関係しているかもわからない。トランスアミナーゼはGOT, GPTともにやや高い値を示していた。月毎の変動も大きい。総コレステロールは個体間にも差があり、No. 1と2と3が老令のためか高い値を示してい

る。

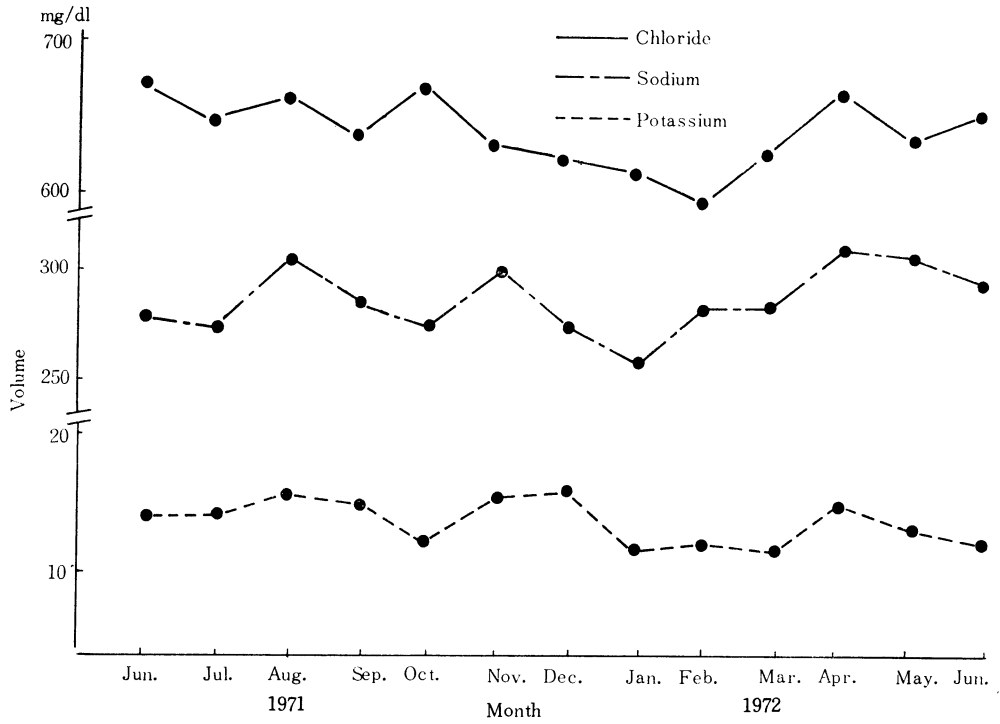


Fig. 11. Changes in serum sodium, potassium, and chloride.

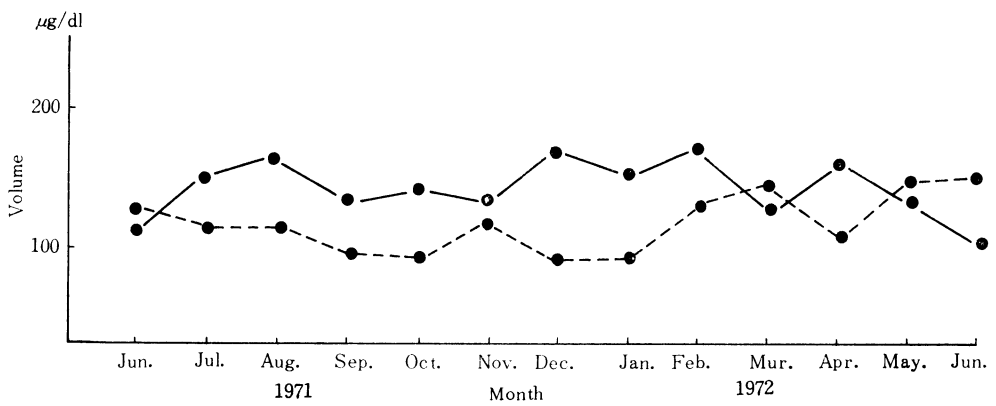


Fig. 12. Changes in serum iron and copper.

Table 2. The value of serum alkaline phosphatase of individual animal.

Month Animal No.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.
1	15.5	8.7	8.7	10.0	7.0	10.3	7.5	5.2
2	8.0	10.0	8.8	14.0	9.4	10.3	10.2	7.4
3	6.5	7.0	7.0	11.5	6.5	9.4	8.4	5.2
4	6.5	5.7	5.0	5.3	4.3	7.5	5.0	3.0
5	5.0	3.8	3.0	4.8	4.1	5.8	4.5	2.4
6	7.5	5.5	11.0	6.0	5.4	7.1	4.6	3.5
7	8.0	6.0	6.5	6.0	5.0	9.4	4.1	3.8
8	4.5	3.8	3.6	5.7	4.0	6.8	6.3	5.2
9	9.0	6.0	5.0	5.8	5.0	7.5	7.2	4.5
10	5.5	5.5	7.1	6.4	7.0	7.7	7.6	4.6
Average	7.6	6.2	6.5	7.5	5.7	8.1	6.5	4.6

Table 3. The value of serum transaminase.

Month Animal No.	GOT					GPT				
	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Mar.	Jun.	Jul.	Aug.	Dec.	Mar.
1	85	69	61	42	27	19	18	23	17	10
2	76	69	54	54	54	21	21	17	14	9
3	102	54	61	36	42	14	14	16	14	7
4	72	47	47	33	30	21	19	19	12	7
5	85	54	50	42	42	19	16	12	14	9
6	93	65	75	39	42	30	28	30	17	16
7	85	61	98	30	45	25	19	19	12	14
8	76	54	54	33	39	27	21	21	19	12
9	89	61	49	39	61	32	21	23	15	10
10	76	47	93	70	33	25	19	21	14	9
Average	83.9	58.1	63.2	37.8	41.5	23.3	19.6	20.1	14.8	10.3

Table 4. The value of serum total cholesterol.

Month Animal No.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.
1	194	209	219	145
2	205	183	236	150
3	161	201	210	150
4	131	131	135	89
5	158	130	169	166
6	153	139	163	191
7	122	108	222	170
8	161	135	152	106
9	156	130	158	107
10	168	213	205	137
Average	160.9	157.9	186.9	141.9

3) 分娩前後の血液性状の変化

上記の血液成分値は、年令、泌乳量、分娩などの血液成分に影響を与える諸要因を考慮しないでの結果である。従って厳密に言えば、これらの諸要因の血液性状に及ぼす影響を別々に検討せねばならないところである。しかしそれらについては既に多くの研究者によってなされておるし、また本研究の目的ではない。そこで試みに、今回のデータに最も関係しているであろう分娩現象が血液性状値にどのように影響を及ぼしたであろうか検討してみた。

これがため試験期間中に分娩した7頭(No. 1, 4, 5, 6, 7, 8 号牛)の牛について、分娩の前と後の測定値を比較することにした。その結果は図13に示す。勿論血液成分の中には、分娩前後に一過性に変化するものもあるし、また比較的長期間に亘って変わる成分もある。今回の血液成分の測定は、分娩前後一週間以内は

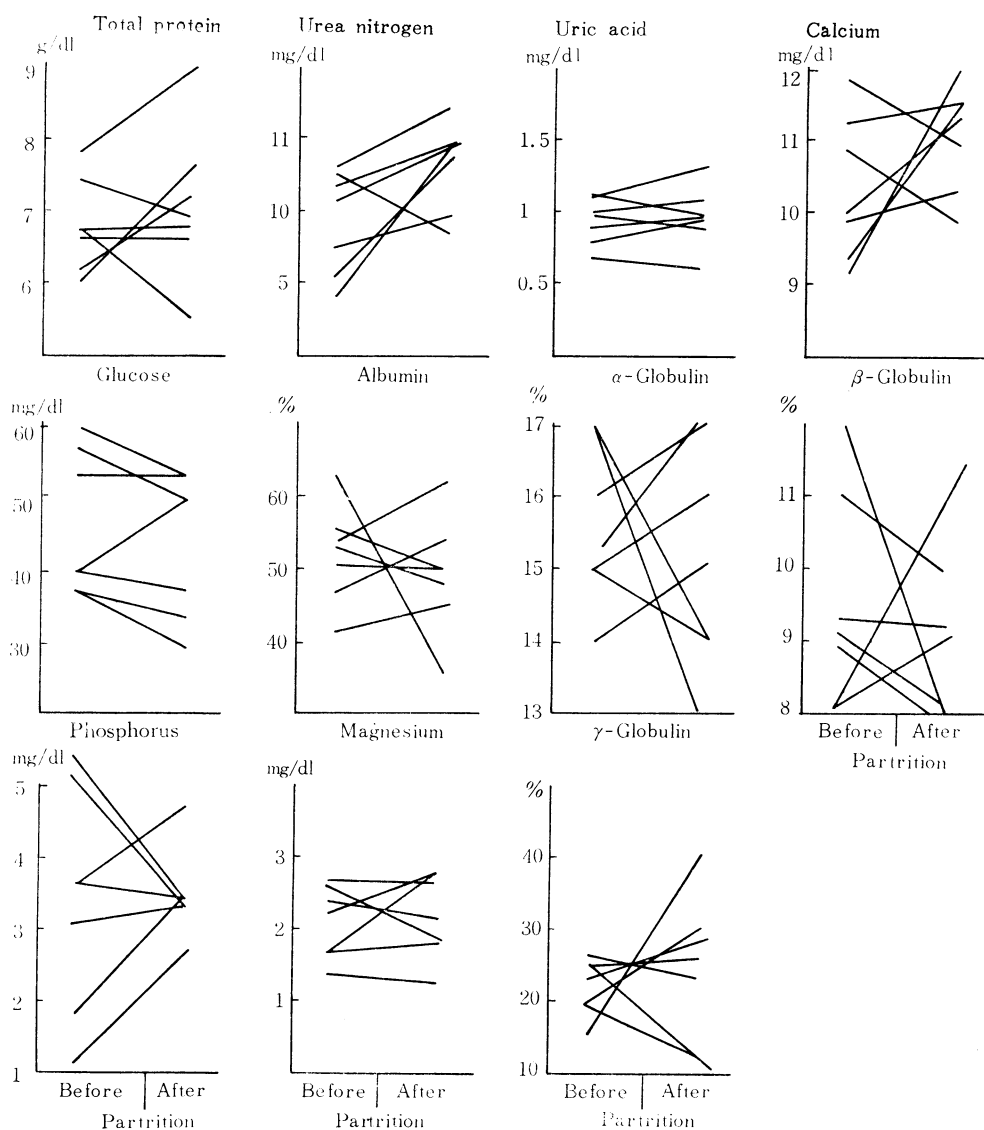


Table 13. Changes in blood constituents before and after parturition.

避けているから、分娩前後に一過性に変化する成分はデータには含まれない。図13を見てわかるように、分娩後に増加の傾向を示したものは、T.P., 尿素N, 尿酸, Ca であり、低下したものは血糖であり、一定の傾向を示さなかったものに血清蛋白分画, Ht, Mg, Cl, Na などであった。分娩牛7頭の分娩月は、6月1頭, 10月1頭, 11月2頭, 1月1頭, 2月2頭で、比較的舎飼期の測定値には分娩の影響による血液性状値が入っていることになる。いま分娩後に増加傾向を示したT.P.に例をとってみると、2頭の分娩のあった12月の平均蛋白質は11月のそれよりも増加していないのである。このような事実から判断する分娩による血液性状の変化というものは今回のデータから無視してよいであろう。

以上血液成分の年間をとおしての動態を要約すると、放牧開始の4月に増加し、引続き青草摂取期間中高いレベルを維持する傾向の成分は、T.P., 尿素N, 尿酸, Ht, P であり、これらは舎飼期に入ると低下した。放牧開始時に短期間増加する傾向のものは血糖, γ -Glob. などであった。反対に冬期の舎飼期に多くて、春夏の放牧期に入ると少くなる傾向の成分は Ca, A/G などであった。

考 察

乳牛の血液成分の正常値についての報告は極めて多い。それらの正常値というものは、ある時点における多数例の測定によって得られたものである。今回のわれわれの血液成分平均値は、前述のように10頭の測定指定牛の毎月1回, 13月, 延130頭分の平均値であるから、多少従来の報告値とは異なるかも知れない。

1) 血液の含窒素成分

乳牛のT.P.については森¹⁾は牝牛86頭の平均値で6.65 (5.8~7.8) g/dl, 小林²⁾は149例で6.80 \pm 0.63, 橋爪³⁾は7.9 g/dl, 梅津⁴⁾は6.5~7.5 g/dl, 渡部⁵⁾らは7.06 (5.80~8.6) g/dl, 友田⁶⁾は6.91 \pm 0.65 g/dl, 飯塚⁷⁾らは1,253頭の調査で7,039 \pm 0.578 (6.46~7.62) g/dl と報告している。われわれの測定値は7.31 \pm 0.75 (5.5~8.9) g/dl であって、上記諸報告よりやや高い値となっている。このようにT.P.が高いのは、6, 7, 8, 9月の青草摂取期の高蛋白血清を含んだ平均値であることも一因と考えられる。

乳牛の血清蛋白分画値については、渡部⁵⁾らはAlb. 46.3%, α -Glob. 15.0%, β -Glob. 11.2%, γ -Glob. 27.5%, A/Gは0.86と述べ、友田⁶⁾はAlb. 46.5 \pm 4.87%, α -Glob. 14.3 \pm 3.40%, β -Glob. 12.8 \pm 2.18%, γ -Glob. 26.4 \pm 6.90%, A/G 0.88, 小林²⁾はAlb. 41.5 \pm 6.8% (25.2~60.1) %, α -Glob. 13.8 \pm 2.7 (7.6~19.2) %, β -Glob. 10.7 \pm 2.1 (4.7~15.9) %, γ -Glob. 13.4 \pm 6.8 (19.5~55.3) %, A/G 0.73 \pm 0.21 (0.34~1.51) とそれぞれ報告しており、報告者によって差が認められる。われわれの値はAlb. 49.7 \pm 5.41 (35~63) %, α -Glob. 16.4 \pm 2.63 (11~22) %, β -Glob. 10.1 \pm 2.18 (5~14) %, γ -Glob. 23.8 \pm 5.28 (13~32) %, A/G 1.01 \pm 0.23 (0.5~1.6) %であった。これを上記諸報告値と比較すると、Alb. 分画値においてやや高く、 γ -Glob. 値において低い、その結果A/Gが高いようになっている。

前述のように、T.P.は春期放牧期、休牧期などの牧草や青刈飼料摂取期において高く舎飼期において低いことを指摘した。試みにAlb. 分画値をAlb. の実量に換算してみると、春夏のAlb. 分画値は6, 7, 8, 9月にそれぞれ5/3, 48.8, 48.1, 48.4%で、それぞれの月のT.P.は7.9, 8.0, 7.9, 8.2 g/dl であったから、Alb. 実量は4.05, 3.9, 4.0, 3.8 gとなる。一方冬期の11, 12, 1, 2月のAlb. 分画値はそれぞれ49.5, 53.4, 49.9, 51.8%であり、T.P.は6.7, 6.6, 6.7, 6.8 g/dl であったからAlb. 実量は3.0, 3.5, 3.3, 3.4 g/dl となり、冬期の低蛋白血清時にはAlb. 分画値は低くないが、Alb. の実量が低いことがわかる。反対に夏期には相対的にAlb. が多い。従って春夏期の高蛋白血清の実体というものはAlb. 蛋白が増加したことによってもたらされたものと解される。

周知のようにAlb. 蛋白は、栄養蛋白とも称せられ、摂取する飼料成分と密接な関係をもっている。大森⁸⁾らは、年間同一飼料で牛の飼育実験をしたところ、血清蛋白質には季節の変動は認められなかったと報告している。新林と米村⁹⁾はホルスタイン育成牛の放牧にともなう血中窒素成分の変動を報告しているが、それによると入牧後1カ月後から血清蛋白濃度は増加して、7月にピークに達したと報告している。当農場の放牧地はイタリアンライグラスとラジノクロバー約50%ずつの混生草地であって、乳牛は約50kgの牧草を

採っていることから、いきおい高蛋白飼料を摂取していることになる。従って結局春夏期の高い蛋白濃度は、高い Alb. 濃度の結果であり、高蛋白青草の摂取によってもたらされたものと思われる。休牧期には草地に放牧しないけれども、青刈ソルゴーと良質の牧草サイレージを給与しているため、放牧時と同様に高蛋白飼料をとっていることになり、高蛋白血症を維持するのである。

これと反対に放牧ならびに青刈飼料の給与の途絶える10月以降になると、摂取蛋白量が低下することから、冬期舎飼期にみたような低い血清蛋白濃度となるのである。たとえ秋季放牧をしても、摂食料を制限すること、草の栄養価などから、血清蛋白濃度を上げるにはいたらない。春夏に放牧を主とする飼育形態では、終牧後の舎飼期に格別に飼育管理に注意を必要とすることを指摘しておく。

放牧開始時の4月に γ -Glob. 分画値が高くなったのは、放牧という環境変化によって抗体産生機能が刺激されたためと考える。

尿素Nの平均値は 13.68 ± 2.18 ($6.8 \sim 22.5$) mg/dl であった。乳牛の尿素Nの平均値については、農林省の調査による栄養障害判定基準によると $15 \sim 17$ mg/dl (ユニグラフ法) とされており、Ide^{10)~12)}らはRNC標準飼育下では $10 \sim 15$ mg/dl、大森⁸⁾らは 14.4 ($7 \sim 20$) mg/dl、FOLIN と DENIS¹³⁾ は 14 mg/dl、FEARON¹⁴⁾ は $13.6 \sim 15.3$ mg/dl と述べている。われわれの平均値は大体上記諸報告の値と一致する。

前述したように、尿素Nは大体春期放牧期と休牧期に高く、舎飼期に低い傾向を示し、ことに春夏期には月毎の変動がはげしかった。

すなわち尿素Nは4月の放牧開始とともに上昇し、8月と10月に低下し、12月に上昇しその後は恒常的に低値を示した。渡辺¹⁵⁾らは粗飼料を主体として飼育されている乳牛は、冬期に尿素Nが低下するのを見ている。米村らによると、尿素Nは蛋白摂取量と密接な関係を有すると述べ、また Ide¹¹⁾ らは血清尿素レベルは摂取するカロリーに影響され、カロリーが十分であれば尿素Nレベルには摂取蛋白量に比例して増減し、カロリーが不足すると蛋白質の増減によって極端に増減すると述べている。Ide¹¹⁾ らは実験的に低エネルギー高蛋白飼料を給与した乳牛の尿素レベルが非常に高くなったことを報告している。われわれの今回の春夏期の尿素レベルの極端な増減は、摂取蛋白量とカロリーの関係によるものと解される。牧草、青草を多給すると高蛋白食にはなるけれども、低カロリーであり、その結果尿素レベルの変動が著しかったのであろう。従って放牧時にはTDNの点を多に考慮せねばならない。

尿酸の平均値は 1.09 ± 0.25 ($0.6 \sim 1.1$) mg/dl であった。乳牛の尿酸についての報告は乏しく、星¹⁶⁾によると $0.05 \sim 2$ mg/dl の範囲内にあるという。尿酸量には年間を通じて大きな変動は認められなかったが、T.P.ならびに尿素Nと同様に夏期に高く、冬期に低い傾向があった。尿酸は核酸の破壊に由来し、体蛋白の変作作用が進むと増加するといわれている。尿酸量が夏期が冬期よりも多かったのは、夏期に代謝が亢進しているためと考えられる。

2) Ht 値

Ht 値は 31.6 ± 3.08 ($23.0 \sim 40.5$) % であった。乳牛の Ht 値についての報告は極めて多い。そのうちの2、3の例をあげると、大森⁸⁾らは 34.01 ($27 \sim 40$) %、二本柳¹⁷⁾らは 32 ± 2.0 %、元井¹⁸⁾らは 30.1 ± 3.6 と述べている。われわれの結果もこれらと一致している。Ht 値は年間を通して大きくは変動しなかったが、4月と12月にやや高い値であった。4月は春季放牧の開始期であり、12月は秋季放牧期である。このように放牧期に Ht 値が上昇したのは、運動量が関係しているものと考えられる。運動は赤血球を増すことはよく知られており、渡辺¹⁵⁾らによると、乳牛の育成牛で、放牧開始時の Ht 値が 29.6 % であったのが2か月後には 31.7 % に増加したと報告している。

3) 血 糖

血糖は 49.41 ± 10.0 ($25 \sim 72$) mg/dl であった。乳牛の血糖について、KANeko¹⁹⁾ は $35 \sim 55$ mg/dl、CAMPBELL と KRONFELD²⁰⁾ は血漿の血糖値は Somogi 法で $47 \sim 63$ mg/dl、農林省調査の栄養障害判定基準によると $60 \sim 70$ mg/dl とされておる。血糖の検査方法には種々の方法があり、また採食後の時間、採血から測定時までの経過時間などにより、血糖値はかなり異なる。われわれの測定値は上記報告と一致している。

といえよう。血糖値の年間を通じての観察では、放牧開始の4、5月に上昇する傾向があった。反芻獣の血糖はルーメン醗酵と関係しており、放牧初期の血糖上昇は、粗飼料の飽食によるVFAとの関係に帰せられる。

4) 血中の無機質

Caの平均値は 9.60 ± 1.36 (8.0~12.5) mg/dlであった。乳牛のCa値については、CROOKSHANKとSIMS²³⁾の185頭の値は 11.08 ± 0.67 mg/dl, MYLRERAとBAYFIELD²⁴⁾は 10.2 ± 0.28 mg/dl, 紺野²⁵⁾らは 10.0 mg/dl, 飯塚²⁶⁾らは 10.26 mg/dl, 村上²⁷⁾らは 10.34 ± 0.62 mg/dlと述べておる。本研究の値は上記諸報告より少し低い。Caの年間を通じての変動は、冬期の舎飼期に高く、夏期の青草摂取期に低い傾向を示した。

Pは 3.9 ± 1.31 (1.2~7.5) mg/dlであって、極端に低い個体が散見された。乳牛のPについては、渡部⁵⁾らは 4.90 mg/dl, 飯塚²⁶⁾らは 6.09 mg/dl, 村上²⁷⁾らは 5.996 mg/dl, 紺野²⁵⁾らは 5.6 mg/dl, MYLRERAとBAYFIELD²⁴⁾は牡牛で 5.5 ± 0.8 mg/dl, 幼牛で 6.2 ± 0.6 mg/dlと報告している。諸報告を見るとPの正常値は5~6 mg/dlとなる。われわれのP値は、これに比べるとかなり低値である。前述のようにPは年間を通じての変動で、とくに冬期の舎飼期に低いことが注目された。Pは外来性の因子で、とくに濃厚飼料に含まれていることなどから、今回の冬期の低P血症は、濃厚飼料の不定に直接的原因があるものと考えられる。

CaとPの関係において、今回のわれわれの観察では両者は逆相関の関係にあった。とくに冬期の舎飼期に顕著にこの関係が認められた。実験的にはPとCaは相関関係を示すといわれていることから考えると、試験牛に無機質の代謝障害があるのかもわからない。

Mgは 2.62 ± 0.44 (1.7~3.5) mg/dlであった。乳牛のMgについてCROOKSHANKとBAYFIELD²³⁾は 2.3 ± 0.17 mg/dl, 渡部⁵⁾らは 2.12 ± 0.34 mg/dlと報告している。われわれの値もこれと一致している。MgはPと同じようにCaと逆相関を示すように変動した。この理由についてはわからない。

CuとFeはそれぞれ 101.7 ± 33.67 (70~220) μ g/dl, 143.3 ± 49.96 (58~281) μ g/dlであった。Cu, Feについての報告例は乏しく、Cuは早川²⁸⁾らによると $79.5 \sim 88.6$ μ g/dl, FeはKANEKO¹⁹⁾によると 97 ± 29 (57~160) μ g/dlと報告している。これに比べるとわれわれの値は相当高いといえる。Cu, Feは年間を通じて、変動の少ない成分であった。早川²⁸⁾は放牧牛において、Cuは放牧後次第に減少してゆくを見ており、これは牧草が一番刈、二番刈とCuの含量が低くなるからだと説明している²⁹⁾。

Na, K, Clはそれぞれ 299.2 ± 24.73 (223.6~330.3) mg/dl, 14.32 ± 2.04 (9.8~20.3) mg/dl, 649 ± 64.3 (562~732) mg/dlであった。乳牛のNaについてはMcSHERRYとGRINER³⁰⁾は $303 \sim 349.6$ mg/dl, 星¹⁶⁾は 330 mg/dl, 宮尾³¹⁾らは 317 mg/dl, 大森⁸⁾らは $318 \sim 387$ mg/dlと述べており、われわれの測定値はこれに比べるとやや低い。Kについては、星¹⁶⁾は 19.5 mg/dl, 大森⁸⁾らは $17.8 \sim 23.7$ mg/dl (血漿), McSHERRYとGRINER³⁰⁾は $9.36 \sim 21.0$ mg/dlと述べており、われわれの値はMcSHERRYの値と一致している。Clについては、McSHERRYとGRINER³⁰⁾は 339 ± 388.5 mg/dlと述べている。これに比べるとわれわれのCl値は非常に高い。多分測定法の差によるものと考えられる。NaとKは年間を通じて同じような傾向をもって変動した。すなわち8月と11月にCl値は高い値を示した。大森⁸⁾らは千葉において、通年観察の実験牛において、Cl値は6月9月に高いのをみている。

5) 肝機能検査所見について

Alk. Phosph.は 6.66 ± 2.42 (2.4~15.5) K-A単位であった。Alk. Phosph.について、市川³²⁾らは2~4単位, GARNER³⁷⁾はZebu牛294頭の測定値は11.8K-A単位(4.7~62.4)と述べている。このようにAlk. Phosphは研究者によって異なった報告がでている。

GOT, GPTはそれぞれ 63.0 ± 23.2 K-単位, 17.62 ± 5.76 K-単位であった。牛のトランスアミナーゼの報告は少く、CORNELIUS³³⁾らによると2~10才牛でSigma-Frankel単位でGOT 56 ± 14 , GPT 16 ± 8 単位, HANSEN³⁴⁾らはGOT, 68.7 ± 17.5 , GPT 24.1 ± 5.0 と報告している。われわれの測定値はHANSEN

の値に似ている。一方血清膠質反応は C. C. L. F. test で調べた全例卅であった。以上のように肝機能検査の GOT, GPT, Alk. Phosph., 血清膠質は人の場合に比べるとかなり高い値である。もし人の肝機能の判定基準に従うと、調べた牛は肝機能障害ということになるが、果して反芻獣の場合に人の判定基準が適用できるかどうか疑問である。

6) 総コレステロール

総コレステロールの平均値は 161.9 ± 35.95 (89~236) mg/dℓ であった。市川³²⁾らは 100~200 mg/dℓ, 梅津³⁶⁾は 50~230 mg/dℓ, 大森⁸⁾らは子牛で 81.3 (49~169) mg/dℓ と報告している。われわれの測定値も上記報告と似ている。総コレステロールは種々の要因によって差があることが知られている。例えば LENNON と MIXNER³⁵⁾ は妊娠中の乾乳牛は 241.9 mg/dℓ, 泌乳中の非妊娠牛は 96.1 mg/dℓ, 15~18 月令のものは 105.6 mg/dℓ と述べ、大森⁸⁾らは総コレステロールは加齢と共に増加することを見ている。われわれの測定値は 2~6 産の乾乳牛, 奴娠牛, 泌乳牛を含めての平均値であって、大体正常値を示しているといえよう。

今回の血液成分の生化学的検査は、主としてキット試薬を用いて実施したのであるが、キット試薬での測定値は従来の報告と大体一致しており、家畜の臨床的スクリーニング検査にキットは便利なものと考えている。

要 約

放牧を主とする搾乳牛の血液性状を、年間に亘って調べてその動態を調査した。方法は、10頭の試験牛を指定して、毎月一回、13月の間、血液成分を主としてキット試薬を用いて測定した。結果は次のとおりである。

1) 測定した延130頭分の血液成分の平均値は、総蛋白 7.31 ± 0.75 g/dℓ, 血清蛋白分画では、アルブミン $49.7 \pm 5.4\%$, α -グロブリン 16.4 ± 2.63 , β -グロブリン $10.1 \pm 2.18\%$, γ -グロブリン $23.8 \pm 5.28\%$, A/G 比 1.01 ± 0.23 , 尿素態窒素 13.68 ± 2.18 mg/dℓ, 尿酸 1.11 ± 0.25 mg/dℓ, ヘマトクリット値 $31.6 \pm 3.08\%$, 血糖 49.41 ± 10.0 mg/dℓ, カルシウム 9.6 ± 1.36 mg/dℓ, マグネシウム 2.62 ± 0.44 mg/dℓ, 無機リン 3.9 ± 1.31 mg/dℓ, ナトリウム 299.2 ± 24.73 mg/dℓ, カリウム 14.32 ± 0.24 mg/dℓ, クロール 649.2 ± 64.3 mg/dℓ, 鉄 143.3 ± 49.9 μ g/dℓ, 銅 101.74 ± 33.67 μ g/dℓ であった。

2) 肝機能検査のためのアルカリホスファターゼは 6.58 ± 2.42 K-A 単位, トランスアミナーゼの GOT 58.40 ± 23.2 K-単位, GPT 17.62 ± 5.76 K-単位, 血清膠質の C. C. L. F. test は全例卅であった。これらの値は人の正常値に比べると、いずれも高値であるが、これをもって反芻獣の場合に肝機能障害とは判定できない。

3) 血液成分のうち、春の放牧開始とともに増加し、引続き青草摂取期間中高い値を保ったものは、総蛋白, アルブミン, 尿素態窒素などの含窒素成分とヘマトクリット値であった。これらの成分は冬の舎飼期には低下した。

尿素窒素量は夏期の間は著しく変動した。

一方放牧を終えて舎飼期に移行して増加したものはカルシウムであった。無機リンはとくに舎飼期に低下するのが注目された。

春の放牧開始とともに一過性に増加したものは血糖と γ -グロブリンであった。

引 用 文 献

- 1) 森 貫一: 日獣会誌, **11**, 155—158 (1958).
- 2) 小林好作: 栄養障害研究会報, **4**, 47—56 (1959).
- 3) 橋爪啓三郎他: 日獣学誌, **19**, Suppl, 118 (1957).
- 4) 梅津元昌, 柴田章夫他: 日獣学誌, **19**, Suppl, 70 (1957).
- 5) 渡部 敏, 永井 享, 原田豊造他: 東京獣医学雑誌, **14**と**15**(合併), 29—34, 35—41 (1965).
- 6) 友田 勇: 日獣学誌, **24**, 337—347 (1962).

- 7) 飯塚三喜, 野口一郎, 常包正他: 獣畜新報, **268**号, 5—9 (1965).
- 8) 大森昭一郎, 千葉 博, 加藤道弘他: 畜産試験場研究成果, No. **1**, 52-71 (1964).
- 9) 新林恒一, 米村寿男: 日畜会報, **43**, 677—683 (1972).
- 10) IDE, Y. and YONEMURA, T.: *Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart.*, **6**, 230-240 (1966).
- 11) IDE, Y., SHINBAYASHI, K. and YONEMURA, T.: *Jap. J. Vet. Sci.*, **29**, 33-39 (1967).
- 12) Ibid.: *Jap. J. Zootech. Sci.*, **38**, 110-116 (1967).
- 13) FOLIN, O. and DENIS, W.: *J. Biol. Chem.*, **14**, 29 (1913).
(大森論文より引用)
- 14) FEARON, W. R.: *Physiol Rev.*, **6**, 399 (1926).
(大森論文より引用)
- 15) 渡辺文男, 野本貞男, 井上 勇他: 日獣会誌, **24**, 7—10 (1971).
- 16) 星冬四郎: 家畜生理学, 16版, 金原出版, 東京.
- 17) 二本柳霞子, 飯塚三喜, 米村寿男他: 日獣会誌, **20**, 425—429 (1967).
- 18) 元井霞子, 飯塚三喜, 西村 弘: 同上, **25**, 663—668 (1972).
- 19) KANEKO, J. J. and CORNELIUS, C. E.: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, Academic Press, New York and London (1970).
- 20) CAMPHELL, L. A. and KRONFELD, D. S.: *Am. J. Vet. Res.*, **22**, 587 (1961). KANEKO's Clinical Biochemistry of Domestic Animal より引用.
- 23) CROOKSHANK, H. R. and SIMS, F. H.: *J. Anim. Sci.*, **14**, 964-969 (1955).
- 24) MYLREA, P. J. and BAYFIELD, R. F.: *Australian Vet.*, **44**, 565 (1968). KANEKO's Clinical Biochemistry of Domestic Animal より引用.
- 25) 紺野 悟, 林 光昭, 吉田勲他: 日獣会誌, **16**, 学界号 157 (1954).
- 26) 飯塚三喜, 窪道護男, 野口一郎他: 獣畜新報, **277**号, 5—9 (1960).
- 27) 村上大蔵, 安田純夫, 関毅一他: 日獣学誌 **25**, 学会号, 506 (1963).
- 28) 早川龍雄: 医学と生物学, **61**, 111—112 (1962).
- 29) 同 上: 同 上 **60**, 165—167 (1961).
- 30) McSHERRY, B. J. and GRINER, I.: *Am. J. Vet. Res.*, **15**, 509 (1954).
- 31) 宮尾 陟, 石黒 茂, 渡瀬 弘: 日獣会誌, **24**, 538—547 (1971).
- 32) 市川 収, 須川章夫, 米村寿男: 農林水産技術会議研究成果, **3**(1), 1—245 (1960).
- 33) CORNELIUS, C. E., BISHOP, J. A., et al.: *Cornell Vet.* **49**, 116 (1959). KANEKO's Clinical Biochemistry of Domestic Animal より引用.
- 34) HANSEN, M. A.: *Nord. Veterinar. Med.*, **16**, 323 (1964).
同 上
- 35) LENNON, H. D. and MIXNER, J. P.: *J. Dairy Sci.*, **40**, 1424-1428 (1957).
- 36) 梅津元昌: 家畜の生理学, 養賢堂, 東京 (1954).
- 37) GARNER, R. J.: in "Clinical Biochemistry of Domestic Animal" (KANEKO, J. J. and CORNELIUS, C. E. eds.) Vol. 2, p. 211, Academic Press, New York (1971).

SUMMARY

The blood compositions and their changes through the whole year were examined in lactating dairy cattle raised mainly by pasturing. Examination of the blood was carried out once a month, over a thirteen-month period, in 10 designated individuals. The results from the present study are summarized as follows.

1) The mean values of serum constituents in a total of 130 individuals examined were 7.31 ± 0.75 g/dl in total serum protein; $49.7 \pm 5.4\%$ in albumin fraction; $16.4 \pm 2.63\%$ in α -globulin fraction; $10.1 \pm 2.18\%$ in β -globulin fraction; $23.8 \pm 5.28\%$ in γ -globulin fraction; 13.68 ± 2.18 mg/dl in urea nitrogen; 1.11 ± 0.25 mg/dl in uric acid; 1.01 ± 0.23 in albumin/globulin ratio; 31.6 ± 3.08 in hematocrit value; 49.41 ± 10.0 mg/dl in blood glucose; 9.6 ± 1.36 mg/dl in calcium; 3.9 ± 1.31 mg/dl in phosphorus; 2.62 ± 0.44 mg/dl in magnesium; 299.2 ± 24.73 mg/dl in sodium; 14.32 ± 2.04 mg/dl in potassium; 649 ± 64.32 mg/dl in chloride; 143.3 ± 49.9 μ g/dl in iron, and 101.74 ± 33.67 μ g/dl in copper.

2) The results of various tests for liver function were 6.58 ± 2.42 K-A units in alkaline phosphatase (in total 80 individuals); 58.04 ± 23.2 K units in glutamic oxalacetic transaminase (in total 40 individuals); 17.62 ± 5.76 K units in glutamic pyruvic transaminase (in total 40 individuals); 161.9 ± 35.95 mg/dl in total cholesterol (in total 40 individuals), and grade +++ in cephalin-cholesterol-lecithin flocculation test (in total 30 individuals).

3) The serum total protein, urea nitrogen, uric acid, albumin/globulin ratio, hematocrit value, and serum inorganic phosphorus tended to increase in value with the opening of pasture season in April, and they maintained a high level value until October, when pasturing end. With the in-door season, they tended to decrease in value and continued their low levels during winter period. On the other hand, the level of serum calcium was high during the in-door period in winter, while it was low during the pastur period. Concentration of serum glucose and percentage of γ -globulin fraction went up for several weeks after the beginning of pasturing.